

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number : 08-261903

(43) Date of publication of application : 11.10.1996

(51) Int.CI.

G01N 5/00  
C30B 15/28  
G01G 19/00  
H01L 21/66

(21) Application number : 07-068454

(71) Applicant : OHKURA ELECTRIC CO LTD

(22) Date of filing : 27.03.1995

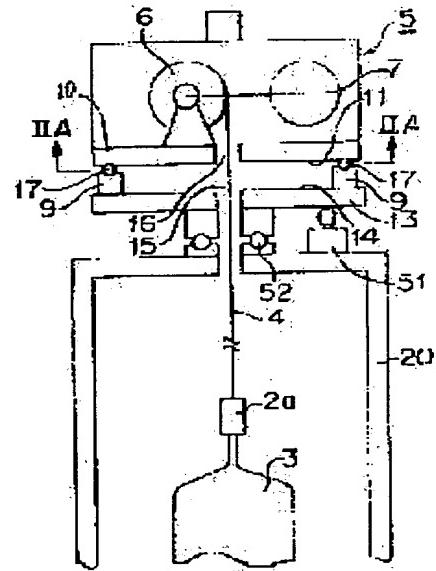
(72) Inventor : MORIMURA TOSHIAKI  
NOGUCHI YOSHITAKA  
OKA SATOSHI

## (54) WEIGHT MEASURING DEVICE FOR GROWN CRYSTAL BODY

### (57) Abstract:

**PURPOSE:** To provide a device for precisely measuring the weight of a grown crystal body lifted by a wire.

**CONSTITUTION:** This device has a rope 4 such as wire on end of which is connected to a crystal body 3 grown by lifting from fused solution; a rope winding means 5 having a rope winding drum 6 and a driving means 7 for drum drive; and a weight sensor 9 for measuring the magnitude of gravity acting on the rope winding means 5, and the sum of weights of the rope 4 and the rope winding means 5 is subtracted from time measured value of the weight sensor 9, whereby the weight of the crystal body 3 is measured. The rope winding means 5 preferably has a support base 20 for holding the drum 6 and the driving means 7, and the support base 10 is supported from down by the weight sensor 9. Further, a mount base 13 having a sensor mounting surface 14 opposed to the lower surface 11 of the support base 10 and a through-hole 15 for raising and lowering the suspended part of the rope 4 is provided, so that the weight sensor 9 on the mounting surface 14 can be opposed to the lower surface 11 of the support base 10 while the suspended part of the rope 4 is positioned to the center of the through-hole 15.



[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3109564

[Date of registration] 14.09.2000

[Number of appeal against examiner's decision of rejection] 10-03644

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection] 11.03.1998

[Date of extinction of right]

Copyright (C) 1998,2003 Japan Patent Office

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平8-261903

(43)公開日 平成8年(1996)10月11日

(51) Int.Cl. <sup>6</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 01 N 5/00			G 01 N 5/00	Z
C 30 B 15/28			C 30 B 15/28	
G 01 G 19/00			G 01 G 19/00	Z
H 01 L 21/66			H 01 L 21/66	Z

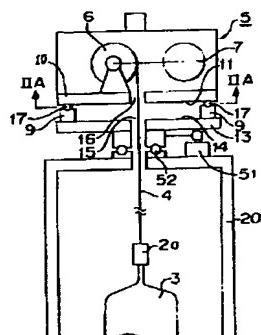
審査請求 有 請求項の数10 O L (全 12 頁)

(21)出願番号	特願平7-68454	(71)出願人	000206495 大倉電気株式会社 東京都杉並区成田西3丁目20番8号
(22)出願日	平成7年(1995)3月27日	(72)発明者	森村 利昭 東京都杉並区成田西3丁目20番8号 大倉 電気株式会社内
		(72)発明者	野口 義隆 東京都杉並区成田西3丁目20番8号 大倉 電気株式会社内
		(72)発明者	岡 敏 東京都杉並区成田西3丁目20番8号 大倉 電気株式会社内
		(74)代理人	弁理士 市東 禮次郎

(54)【発明の名称】 成長結晶体の重量測定装置

(57)【要約】

【目的】ワイヤで引上げる成長させた結晶体3に一端が接続されるワイヤ等の索4、索巻上げ用のドラム6とドラム駆動用の駆動手段7とを有する索巻上げ手段5、及び索巻上げ手段5に作用する重力の大きさを計測する重量センサ9を有し、重量センサ9の計測値から索4と索巻上げ手段5との重量の和を減算することにより結晶体3の重量を測定する。好ましくは索巻上げ手段5にドラム6及び駆動手段7を保持する支持台10を設け、支持台10を重量センサ9により下から支える。また、支持台10の下面11と対向するセンサ取付面14及び索4の垂下部が昇降する貫通孔15を有する取付台13を設け、索4の垂下部と貫通孔15の中心とを位置合わせしながら、取付面14上の重量センサ9を支持台10の下面11と対向させることができる。



2: クレット、 3: 結晶体、 4: 索、  
5: 索巻上げ手段、 6: ドラム、 7: 駆動手段、  
9: 重量センサー、 10: 支持台、 11: 下部、  
13: 取付台、 14: 取付面、 15: 貫通孔、  
17: 駆動付カバー遮断部材、 18: 支持体、 19: モータ、  
20: ベアリング。

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】融液から引上げにより成長させる結晶体の重量を測定する装置において、前記結晶体に一端が接続される索、前記索の巻上げ用ドラムとそのドラム駆動用の駆動手段とを有する索巻上げ手段、及び前記索巻上げ手段に作用する重力の大きさを計測する重量センサを備え、前記重量センサの計測値から前記索及び索巻上げ手段の合計重量を減算することにより前記結晶体の重量を測定してなる成長結晶体の重量測定装置。

【請求項2】請求項1の測定装置において、前記索巻上げ手段に前記ドラム及び駆動手段を保持する支持台を設け、その支持台を前記重量センサによって下から支えてなる成長結晶体の重量測定装置。

【請求項3】請求項2の測定装置において、前記支持台の下面と対向するセンサ取付面及び前記索の垂下部が昇降する貫通孔を有する取付台を設け、前記索の垂下部と前記貫通孔の中心とを位置合わせしながら前記取付面に取付けた重量センサを前記支持台の下面と対向させてなる成長結晶体の重量測定装置。

【請求項4】請求項3の測定装置において、前記支持台と前記重量センサとの間に前記支持台及び重量センサの少なくとも一方と球面接触する球面付き力伝達部材を設けてなる成長結晶体の重量測定装置。

【請求項5】請求項3又は4の測定装置において、前記支持台の下面における前記重量センサとの対向位置に、前記支持台と前記索の巻上げ方向との交差位置から見て放射方向に断面弧状の溝を設け、前記重量センサ又は前記球面付き力伝達部材の球面を前記溝に接触させてなる成長結晶体の重量測定装置。

【請求項6】請求項3又は4の測定装置において、前記支持台の下面における前記重量センサとの対向位置に、前記支持台と前記索の巻上げ方向との交差位置から見て円周の接線方向の軸線を有する回転軸及びその回転軸に結合された回転部材からなる加圧部を設け、前記重量センサ又は前記球面付き力伝達部材の球面を前記加圧部の回転部材に接触させてなる成長結晶体の重量測定装置。

【請求項7】請求項3、4、5又は6の測定装置において、前記取付台上の前記重量センサの取付位置及び／又は支持台上における前記加圧部の取付位置を調整可能としてなる成長結晶体の重量測定装置。

【請求項8】請求項3、4、5、6又は7の測定装置において、前記支持台と前記取付台との間隔の減少幅を所定大きさ以下に制限する近接制限部材を設け、前記支持台と前記重量センサとの間に前記所定大きさ以上の圧縮変形が可能な弾性部材を設けてなる成長結晶体の重量測定装置。

【請求項9】請求項3、4、5、6又は7の測定装置において、前記支持台と前記取付台との間隔の減少幅を所定大きさ以下に制限する近接制限部材を設け、前記支持台上に一端が枢支され且つ前記支持台の上面に前記所定

大きさ以上の伸長変形が可能な弾性部材を介して中間部が結合された張出部材を設け、前記張出部材の他端を前記重量センサと対向させてなる成長結晶体の重量測定装置。

【請求項10】請求項3、4、5、6、7、8又は9の測定装置において、前記支持台に作用する重力を前記重量センサに伝達する中継部及びその中継部の移動方向を前記取付台の取付面と直交する方向のみに制限する動き制限手段を設けてなる成長結晶体の重量測定装置。

10 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は成長結晶体の重量測定装置に関し、とくに融液から引上げにより成長させる結晶体の重量を測定する成長結晶体の重量測定装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】シリコン半導体等の単結晶体を製造する方法の一例として、半導体材料等の融液に浸した種結晶を回転させながら引上げて結晶体を成長させるチョクラルスキー法が用いられる。チョクラルスキー法を用いた結晶体製造装置では、引上げにより成長させる結晶体

(以下、成長結晶体といふことがある)の大きさを制御するため、融液と成長結晶体との界面(以下、単に界面といふことがある)における成長結晶体の断面積又は径を計測し、その成長結晶体の径が所望の大きさとなるよう引上げ速度や融液温度を制御する。従来、成長結晶体の界面における径を計測する方法として、テレビカメラ等の画像に基づいて成長結晶体の径を画像計測する方法、成長結晶体の重量の増分から成長結晶体の径を算出する方法等が行なわれている。

【0003】図9(A)は従来のワイヤ式の結晶体製造装置41の一例を示す。図9(A)の結晶体製造装置41は、ヒータ42により坩堝44内の融液1を加熱し、巻胴48に一端を固定したワイヤロープ46の他端を坩堝44の上方のブリ47を介して吊下げて融液1に漬け、巻胴48の巻上げによりワイヤロープ46の他端を融液1からゆっくりと引上げることにより結晶体3を成長させる。図中の符号43はヒータ温度センサを示す。図9(A)の製造装置41は坩堝44の内側を撮影するテレビカメラ45を有し、テレビカメラ45により融液1と成長結晶体3との界面を撮影し、テレビカメラ45の画像に基づき成長結晶体3の径を計測する。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかし従来の成長結晶体3の径を画像計測する方法は、図9(B)及び(C)に示すように成長結晶体3の成長に応じて坩堝44内の融液1の液面が低下すると、融液1と成長結晶体3との界面の画像が得難くなる問題点がある。界面の画像が得られなければ、成長結晶体3の界面における径が求められない。

【0005】この問題解決のため、図10(A)のように、図9のブーリ47にかかる成長結晶体3の重量をロードセル49により計測し、成長結晶体3の重量の増分から成長結晶体3の径を算出する方法が考えられる。図10(A)のロードセル49の出力は、ブーリ47の重量を零と仮定し且つブーリ47を挺子とみなすことにより、(1)式のように表すことができる。 $(L_2/L_1)$ が既知である場合\*

$$\text{ロードセルの出力} = Mq + F = Mq + (Mq \times L_2/L_1) = Mq \times (1 + L_2/L_1) \dots\dots (1)$$

【0007】しかし図10(A)の計測方法は、比較的大きな計測誤差の発生が避けられない問題点がある。この誤差を解析するため、図10(A)の成長結晶体3に代えて60Kgの重錘をワイヤロープ46に接続し、その重錘を約5mm/分の速度で巻上げた時のロードセル49の出力を測定する実験を行なった。その結果を図11に示す。図11から判るよう、図10(A)のロードセル49の出力は高周波及び中間周波の波状ノイズを含み、またワイヤロープ46の巻取りに応じて漸次減少する傾向がある。高周波の波状ノイズの原因は巻上げ時のワイヤロープ46の捩れやズレにより(1)式の $(L_2/L_1)$ が変動することになり、中間周波の波状ノイズの原因はブーリ49の外周溝の真円からの偏差や枢支軸心と滑車中心とのずれ等の機械的誤差にあると考えられ、漸次減少傾向の原因是巻胴48の巻取りに応じて重錘側のワイヤロープ46の長さが減少することにあると考えられる。要するに図10(A)の計測方法では計測誤差が大きく、成長結晶体3の正確な重量計測が期待できない。この問題点に鑑み、従来のチョクラルスキー法ではワイヤロープ46に代えて引上棒による結晶体の引上げが行なわれているが、この方法は引上棒を移動させるために装置が大型化する問題点がある。

【0008】特開昭64-047914号公報は、ワイヤロープが係合するガイド溝の横断面の一部形状をワイヤロープに外接する円の半径と略等しくした結晶棒引上荷重測定装置を開示する。図10を参照して説明するに、特開昭64-047914号公報の発明は、例えば図10(B)及び(C)のように4本のストランド50からなるワイヤロープ46に外接する円の半径をブーリ47のガイド溝の横断面形状とほぼ等しくすることにより、ワイヤロープ46の捩れやズレに起因するロードセル49の計測誤差の発生を回避する。しかし特開昭64-047914号公報の発明は、ロードセル49の出力に含まれる高周波の波状ノイズは除去できるものの、中間周波の波状ノイズを除去し得ないので、図11に含まれる波状ノイズを完全になくすことが期待できない。

【0009】そこで本発明の目的は、ワイヤで引上げる成長結晶体の重量を正確に計測する成長結晶体の重量測定装置を提供するにある。

#### 【0010】

【課題を解決するための手段】図1の実施例を参照するに本発明の成長結晶体の重量測定装置は、融液1(図9参照)から引上げにより成長させる結晶体3の重量を測

\*は、(1)式を用いてロードセル49の出力から成長結晶体3の重量Mqが求められる。(1)式においてFは巻胴48の巻上げ力、 $L_1$ 及び $L_2$ はブーリ47の成長結晶体3側及び巻胴48側の水平方向の半径を表す。

#### 【0006】

##### 【数1】

- 定する装置において、結晶体3に一端が接続される索4、索4の巻上げ用ドラム6とそのドラム6駆動用の駆動手段7とを有する索巻上げ手段5、及び索巻上げ手段5に作用する重力の大きさを計測する重量センサ9を備え、重量センサ9の計測値から索4及び索巻上げ手段5の合計重量を減算することにより結晶体3の重量を測定してなるものである。

【0011】好ましくは、索巻上げ手段5にドラム6及び駆動手段7を保持する支持台10を設け、その支持台10を重量センサ9によって下から支える。

#### 【0012】

- 【作用】図1の実施例を参照するに本発明の重量測定装置は、重量センサ9により、索4と索巻上げ手段5と索4の一端に接続した成長結晶体3との重量の総和を計測する。索4及び巻上げ手段5の合計重量を $\alpha$ とし、成長結晶体3の重量をMqとすると、重量センサ9の出力は(2)式により表される。索4及び巻上げ手段5の合計重量 $\alpha$ は、例えば測定開始前に求めておくことができるので、(2)式を用いて重量センサ9の出力から成長結晶体3の重量Mqが算出できる。

#### 【0013】

##### 【数2】

$$\text{重量センサの出力} = Mq + \alpha \dots\dots (2)$$

- 【0014】好ましくは重量センサ9をロードセルとする。また図1に示すように、索巻上げ手段5に作用する重力の大きさを複数の重量センサ9で計測することができる、その場合は(2)式の左辺を各重量センサ9の計測値の合計とすることができます。図1では索巻上げ手段5にドラム6及び駆動手段6を保持する支持台10を設け、支持台10を重量センサ9により下から支えている。但し、索巻上げ手段5を下から支える支持台10は本発明に必須のものではなく、例えば重量センサ9を含む機構(図示せず)により索巻上げ手段5を吊下げてもよい。

- 【0015】[実測例]図1の重量測定装置において、成長結晶体3に代えて60Kgの重錘を索4に接続し、その重錘を約5mm/分の速度で巻上げた時の重量センサ9の出力をプロットした。その結果を図8に示す。図8のグラフと図11のグラフとを比較するに、本発明における重量センサ9の出力には索の捩れやすれ及びブーリの機械的誤差に基づく波状ノイズが発生しないことが判る。また本発明は索4の全重量を計測するので、ドラム6からの索4の垂下長さの変動に基づく重量センサ9の出力

の漸次減少も発生しないことが認められる。図8のグラフから理解できるように、本発明の重量測定装置によれば成長結晶体3の重量を正確に計測でき、融液1との界面における成長結晶体3の径の正確な算出の基礎とすることができます。

【0016】こうして本発明の目的である「ワイヤで引上げる成長結晶体の重量を正確に計測する成長結晶体の重量測定装置」の提供が達成できる。

#### 【0017】

【実施例】図1の実施例では、重量センサ9を取付台13の取付面14に設け、取付台13に索4の垂下部が昇降する貫通孔15を穿設している。取付台13は、貫通孔15の回りに自転可能となるように、例えばペアリング52を介して融液1の上方の支持枠20に取付けられ、貫通孔15の中心を通る鉛直軸の回りに自転可能に支持される。図中の符号51は取付台13の自転を駆動するモータである。取付台13の取付面14上の所定位置に例えば3個の重量センサ9を取り付け、索4の垂下部と取付台13の貫通孔15の中心とを位置合わせしながら、支持台10の下面11を各重量センサ9と対向させる。支持台10の重量センサ9との対向位置に、例えば図2の溝19のような接触部を設け、その接触部を重量センサ9に直接又は間接に当接させることができる。好ましくは図1に示すように、支持台10と重量センサ9との間に、支持台10及び重量センサ9の少なくとも一方と球面接触する球面付き力伝達部材17を設け、球面付き力伝達部材17を介して重量センサ9を支持台10の下面11に接触させる。

【0018】なお図1の索巻上げ手段5は、ドラム6及び駆動手段7を支持台10上に保持し、支持台10に索4の垂下部が昇降する貫通孔16を設けている。但しドラム6及び駆動手段7は支持台10上の保持に限定されず、ドラム5及び駆動手段7を支持台10の下側に保持することも可能であり、必ずしも支持台10に貫通孔16を設ける必要はない。以下において、支持台10に穿たれた貫通孔16の中心を○(図2参照)として説明するが、支持台10に貫通孔16を設けない場合は支持台10と索巻上げ方向との交差位置を○とすることができる。

【0019】図2(A)～(C)に示す実施例では、支持台10の下面11における重量センサ9との対向位置に、貫通孔16の中心○から見て放射方向に断面弧状の溝19を設け、重量センサ9の受圧面を溝19の底面と対向させている。同図に示すように、重量センサ9と溝19の底面との間に球面付き力伝達部材17を設けることができる。例えば取付台13上に取付けた3個の重量センサ9に球面付き力伝達部材17を取り付け、各力伝達部材17の球面をそれぞれ支持台10の下面11の3本の溝19と接触させることにより、索4の垂下部と貫通孔15の中心との位置合わせを容易に行なうことができる。溝19の穿設位置と重量センサ9の取付位置とが溝19と交差する方向にずれると、支持台10が傾き、ロードセル等の重量センサ9に水平方向の

応力が加わって計測誤差や故障の原因となり得るが、球面付き力伝達部材17が溝19の底部に自重で落ち着くので問題とならない。但し溝19ではなく孔とした場合には、位置合わせを極めて高精度に調整しなければならない(例えば10μm以下)。なお、この位置合わせのため、取付台13上の重量センサ9の取付位置を調整ねじ(図示せず)などにより微調整可能にする。

【0020】図3に示す実施例においては、支持台10の下面11における重量センサ9との対向位置に、貫通孔16の中心○から見て円周の接線方向の軸線を有する回転軸21及びその回転軸21に結合された回転部材22からなる加圧部24を設けている。重量センサ9に球面付き力伝達部材17を取付け、力伝達部材17の球面を回転部材22と接触させる。回転部材22に球状凹面を設け、力伝達部材17の球面を回転部材22の凹面に摺動自在に嵌合させることも可能である。図3の回転軸21は、支持台10の下面11上に設けたブラケット23に回転自在に枢支される。図3(A)は加圧部24が重量センサ9と心合わせされた状態を示し、図3(B)及び(C)は、貫通孔16の中心○から見て加圧部24が重量センサ9に対して放射方向にずれた場合を示す。図3の加圧部24と球面付き力伝達部材17との組合せによれば、加圧部24と重量センサ9との位置が若干ずれた場合でも重量センサ9に加わる水平方向の応力を小さく抑えるので、ロードセル等の重量センサ9の計測精度を高く維持し、且つ重量センサ9の耐久性への影響を防ぐことができる。また加圧部24と重量センサ9との位置合わせの許容誤差を比較的大きく、例えば0.5～1mm程度までとれるので、機械加工が容易になる。好ましくは取付台13上の重量センサ9の取付位置を調整可能とし、支持台10と重量センサ9との位置合わせを、加圧部24による前記放射方向の調整と重量センサ9の取付位置の調整とにより行なう。

【0021】図5の実施例では、重量センサ9に水平方向の応力が加わるのを防ぐため、支持台10に作用する重力を重量センサ9に伝達する中継部34と動き制限手段36とを設け、動き制限手段36により中継部34の移動方向を鉛直方向、即ち取付台13の取付面14と直交する方向のみに制限している。図5(A)の黒塗り矢印及び図5(C)の矢印U、Dは、中継部34の可動方向を示す。図3の回転部材22によれば、支持台10の貫通孔16の中心○から見て放射方向については回転部材22の回転により重量センサ9に加わる水平応力を十分小さく抑えられるが、その放射方向と直交する方向については水平応力を十分に小さく抑えられない場合があり得る。図5の動き制限手段36は、取付台13の取付面14上の重量センサ9の両側位置に当該重量センサ9を通る前記放射方向と平行に立ち上げた一対の支柱37a、37b、球面付き力伝達部材17が嵌合可能な受圧孔35を有し且つ受圧孔35が鉛直向きに開口するように両支柱37a、37bの間に支持された中継部34、及び中継部34と両支柱37a、37bとの間に取付台13の取付面14

と平行に張設された複数枚の板バネ38の群を有する。中継部34の一端は球面付き力伝達部材17を介して重量センサ9に結合し、その他端は例えば図3の回転部材22を介して支持台10に接觸する。動き制限手段36の板バネ38の群が、前記放射方向及びこれと直交する方向、即ち図5(A)の前後、左右の矢印、及び図5(C)の矢印R、Lの方向における中継部34の移動を禁止するので、重量センサ9に前記放射方向及びこれと直交する方向の水平応力が加わるのを防ぐことができる。

【0022】図4の実施例では、重量センサ9を過大負荷から保護するため、支持台10と取付台13との間隔の減少幅を所定大きさ以下に制限する近接制限部材25を設けている。図4(A)、(B)の近接制限部材25は、それぞれ支持台10の下面11及び取付台13の取付面14から立設され且つ所定間隔だけ離てられた一対の対向部材からなる。支持台10と取付台13との間隔の減少幅が前記所定間隔を超えるとすると前記両対向部材が衝突し、前記所定間隔以上の間隔減少幅となる近接は阻止される。但し近接制限部材25は図示例に限定されない。

【0023】図4(A)の実施例では、支持台10と重量センサ9との間に、支持台10に結合され且つ前記所定大きさ以上の圧縮変形が可能な弾性部材27と、重量センサ9に対向し且つ弾性部材27に結合された押圧部材29と、押圧部材29及び弾性部材27を収容するばね室28とを有するリミッタ26が設けられている。近接制限部材25とリミッタ26との組合せにより、弾性部材27を所定大きさ以上に圧縮変形させるような過大負荷が重量センサ9にかかるのを防ぐ。図4(B)は、図3の回転部材22に代えて、図4(A)のリミッタ26を回転軸21に取付けた実施例を示す。

【0024】図4(C)の実施例では、支持台10の上面12に前記所定大きさ以上の伸長変形が可能な弾性部材31を介して中間部が結合され且つ支持台10の外縁より外側に張出した張出部材30を設け、張出部材30の張出端を重量センサ9と対向させている。即ち、図3の実施例における支持台10と張出部材30とを弾性部材31で結合し、張出部材30の張出端に図3の加圧部24を取付けてこれを重量センサ9と対向させ、支持台10に作用する重力の大きさを張出部材30を介して重力センサ9へ伝達する。図4(C)の張出部材30の基端部分は支点32に枢支され、張出部材30は弾性部材31との接点を力点とし加圧部24を作用点とする梃子とみなすことができる。この場合バネである弾性部材31が伸長すると力点にかかる荷重が増加し、重量センサ9にかかる負荷も増えるが、近接制限部材25により弾性部材31の伸長変形が制限されるので、重量センサ9に過大負荷がかかるのを防ぐことができる。なお、張出部材30の基端部分を支持台10の外縁側で枢支し、その張出端を支持台10の中心方向に張出させて重量センサ9と対向させてもよい。

【0025】図6は本発明の重量測定装置の構成の一例

を示す。図6の駆動手段7はモータ8a、ギア列8b、トルクリミッタ8c、及びウォームギア8dを有し、モータ8aの駆動力を順次伝達してドラム6の回転を駆動する。駆動手段7及びドラム6は円盤状の支持台10の上面に取付けられ、支持台10の下面を円盤状の取付台13に取付けた重量センサ9a、9b、9cと接觸させる。支持台10及び取付台13の中心位置に索4を通す貫通孔16及び15を設け、ドラム6からブーリーを介して繰出した索4をそれらの貫通孔を通して鉛直下方に垂下させる。

10 【0026】図7は、図6の重量測定装置を用いた結晶体製造装置のブロック図の一例を示す。重量センサ9a、9b、9cで計測された計測値は、アンプ57及びA/D変換器58を介してコンピュータ60に入力され、成長結晶体3の径を算出する。図中の符号59はプログラムや計測結果を記憶するメモリを表す。コンピュータ60からインターフェース54を介してモータ制御装置53へモータ8aの駆動信号を伝送し、ドラム6の回転即ち成長結晶体3の巻上げ速度を制御する。ギア列8bの回転をエンコーダ55及びレシーバ56を介してインターフェース54へ入力し、ドラム6の回転を監視する。

#### 【0027】

【発明の効果】以上詳細に説明したように、本発明の成長結晶体の重量測定装置は、融液からの引上げにより成長させる結晶体の重量を測定する装置において、結晶体に一端が接続される索、索の巻上げ用ドラムとドラム駆動用の駆動手段とを有する索巻上げ手段、及び索巻上げ手段に作用する重力の大きさを計測する重量センサを備え、重量センサの計測値から索及び索巻上げ手段の合計重量を減算して結晶体の重量を測定するので、次の顕著な効果を奏する。

30 【0028】(イ)成長結晶体を索で巻上げながらその重量を正確に計測することができる。  
(ロ)正確な重量の増分が測定できるので、融液との界面における成長結晶体の径を正確に算出することが可能となる。  
(ハ)チョクラルスキー法において、引上索を用いた成長結晶体の重量測定が可能となるので、従来の引上棒を用いる方法に比し結晶体製造装置の小形化を図ることができる。

40 【図面の簡単な説明】

【図1】は、本発明の一実施例の説明図である。  
【図2】は、支持板に溝を設けた本発明の実施例の説明図である。  
【図3】は、支持板に加圧部を設けた本発明の実施例の説明図である。

【図4】は、近接制限部材を設けた本発明の実施例の説明図である。

【図5】は、動き制限手段の説明図である。

【図6】は、本発明装置の構成の一例を示す説明図である。

【図7】は、本発明装置を用いた結晶体製造装置のブロック図である。

【図8】は、本発明の重量測定装置による測定結果を示すグラフである。

【図9】は、従来のワイヤ式結晶体製造装置の説明図である。

【図10】は、従来の結晶体の重量測定装置の説明図である。

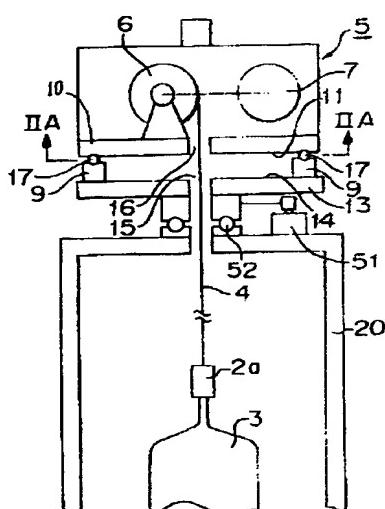
【図11】は、図10の測定装置による測定結果を示すグラフである。

#### 【符号の説明】

1 融液	2a ウェイト
3 成長結晶体	4 索
5 索巻上げ手段	6 ドラム
7 駆動手段	8a モータ
8b ギア列	8c トルクリミッタ
8d ウォームギア	9 重量センサ
10 支持台	11 下面
12 上面	13 取付台
14 取付面	15, 16 貫通孔

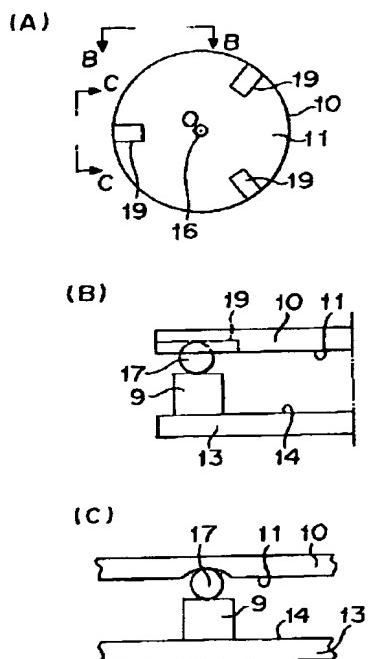
* 17 球面付き力伝達部材	19 溝
20 支持枠	21 回転軸
22 回転部材	23 プラケット
24 加圧部	25 近接制限部材
26 リミッタ	27 弹性部材
28 ばね室	29 押圧部材
30 張出部材	31 弹性部材
32 支点	34 中継部
35 受圧孔	36 動き制限手段
10 37 支柱	38 板バネ
41 結晶体製造装置	42 ヒータ
43 ヒータ温度センサ	44 埋堀
45 テレビカメラ	46 ワイヤロープ
47 ブーリ	48 卷胴
49 ロードセル	50 ストランド
51 自転モータ	52 ベアリング
53 モータ制御装置	54 インタフェース
55 エンコーダ	56 レシーバ
57 アンプ	58 A/D変換器
* 20 59 メモリ	60 コンピュータ。

【図1】



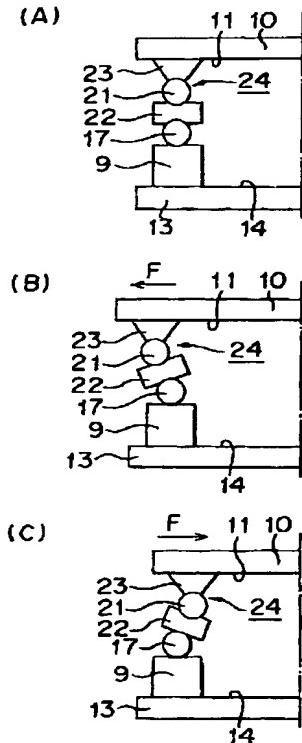
- |                 |           |               |
|-----------------|-----------|---------------|
| 2a : ウェイト、      | 3 : 結晶体、  | 4 : 索、        |
| 5 : 索巻上げ手段、     | 6 : ドラム、  | 7 : 駆動手段、     |
| 9 : 重量センサー、     | 10 : 支持台、 | 11 : 下面、      |
| 13 : 取付台、       | 14 : 取付面、 | 15, 16 : 貫通孔、 |
| 17 : 球面付き力伝達部材、 | 20 : 支持枠、 | 51 : モータ、     |
| 52 : ベアリング。     |           |               |

【図2】



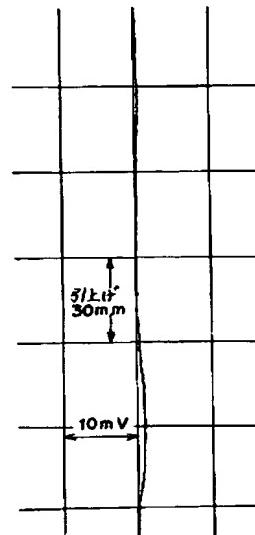
- |                 |           |           |
|-----------------|-----------|-----------|
| 9 : 重量センサー、     | 10 : 支持台、 | 11 : 下面、  |
| 13 : 取付台、       | 14 : 取付面、 | 16 : 貫通孔、 |
| 17 : 球面付き力伝達部材、 | 19 : 溝。   |           |

【図3】

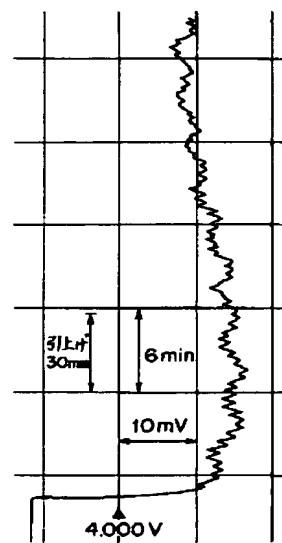


9: 重量センサー、 10: 支持台、 11: 下面、  
 13: 取付台、 14: 取付面、 17: 締面付き力伝達部材、  
 11: 回転軸、 22: 回転部材、 23: ブラケット、 24: 加圧部。

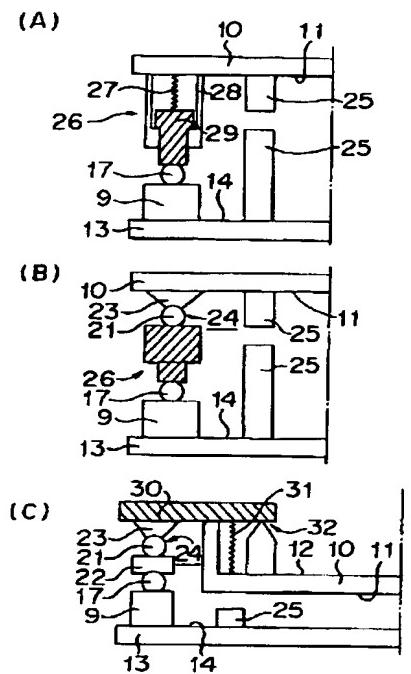
【図8】



【図11】

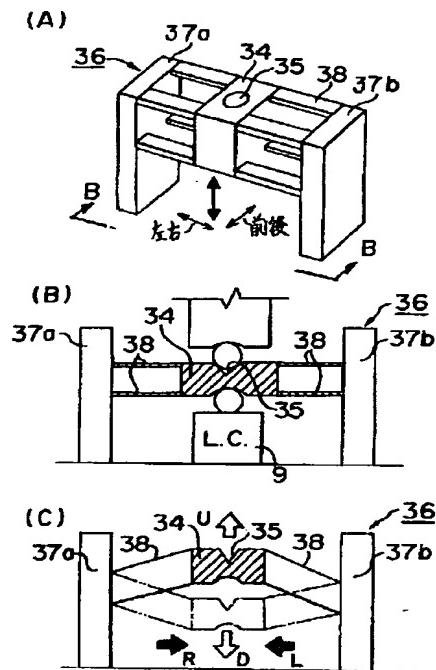


【図4】



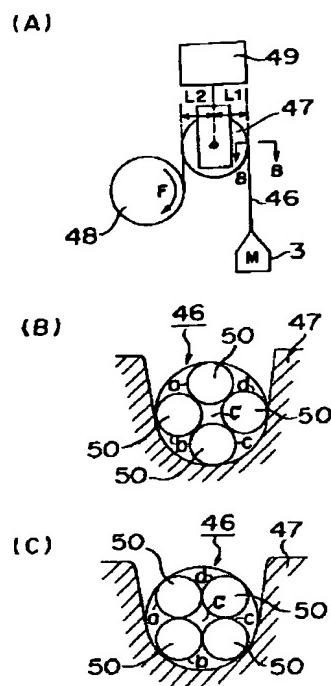
- |             |              |                 |          |
|-------------|--------------|-----------------|----------|
| 9 : 重量センサー、 | 10 : 支持台、    | 11 : 下面、        | 12 : 上面、 |
| 13 : 取付台、   | 14 : 取付面、    | 17 : 球面付き力伝達部材、 |          |
| 21 : 回転軸、   | 22 : 回転部材、   | 23 : プラケット、     |          |
| 24 : 加圧部、   | 25 : 近接制限部材、 | 26 : リミッタ、      |          |
| 27 : 弾性部材、  | 28 : ばね室、    | 29 : 押圧部材、      |          |
| 30 : 張出部材、  | 31 : 弾性部材、   | 32 : 支点。        |          |

【図5】



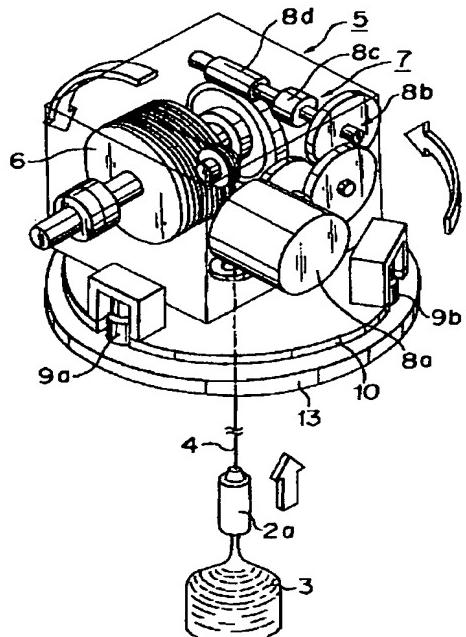
9: 重量センサー、  
11: 球面付き力伝達部材、  
13: 動き制限手段、  
14: 取付台、  
16: 中縫部、  
17a、37b: 支柱、  
18: 取付面、  
34: 受圧孔、  
35: 板バネ。

【図10】



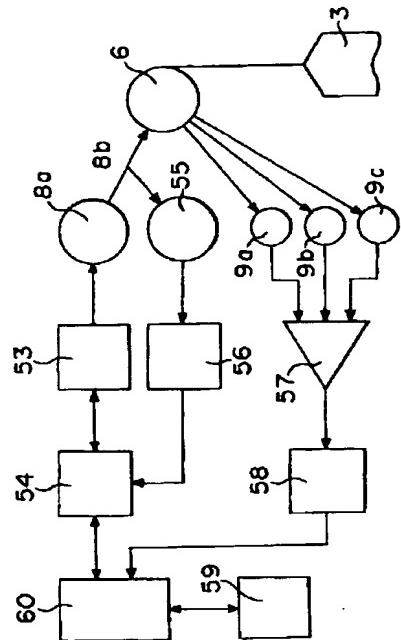
3: 成長結晶体、  
4: 卷胴、  
5: ロードセル、  
6: ブーリ、  
7: ワイヤロープ、  
8: ストランド。

【図6】



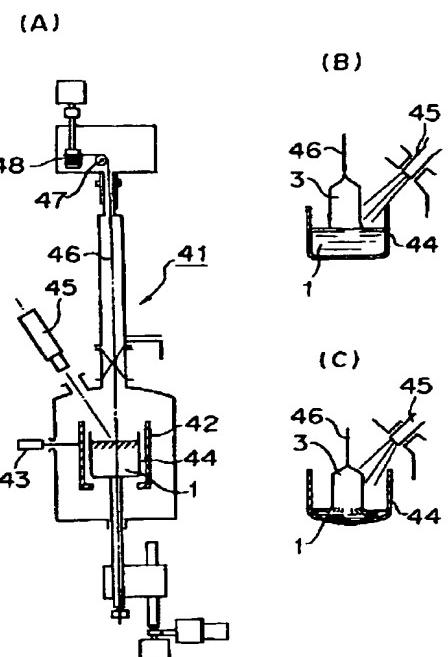
2a : ウエイト、	3 : 結晶体、	4 : 線、
5 : 素巻上げ手段、	6 : ドラム、	7 : 駆動手段、
8a : モータ、	8b : ギア列、	8c : トルクリミッタ、
8d : ウォームギア、	9a, 9b : 電量センサー、	10 : 支持台、
13 : 取付台。		

【図7】



3 : 結晶体、	6 : ドラム、	8a : モーター、
8b : ギア列、	9a~9c : 電量センサー、	53 : モータ制御装置、
54 : インターフェース、	55 : エンコーダ、	56 : レシーバー、
57 : アンプ、	58 : AD変換器、	59 : メモリ、
60 : コンピュータ。		

【図9】



1 : 熔融液、	3 : 成長結晶体、	41 : 結晶体製造装置、
42 : ヒータ、	43 : ヒータ温度センサ、	44 : 热场、
45 : テレビカメラ、	46 : ケーブル、	47 : ボーリ、
48 : 卷胴。		